

## Применение преобразователей в системах, подключенных к сети

Мощность системы	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5
до 1 кВт	+				
До 10 кВт		+		+	
До 500 кВт			+		+
Свыше 500 кВт				+	

## Список использованных источников

1. Kouro S., Leon J. I., Vinnikov D., Franquelo L. G. Grid-Connected Photovoltaic systems: An Overview of Recent Research and Emerging PV Converter Technology // IEEE Industrial Electronic Magazine. March 2015. Vol. 6. № 1. P. 47–61.
2. Xiao W., El Moursi M. S., Khan O., Infield D. Review of grid-tied converter topologies used in photovoltaic systems // IET Renewable Power Gen. November 2016. Vol. 10. № 10. P. 1543–1551.
3. Dong D., Mohammed A., Harfman-Todorovic M., Liu X., Garces L., Zhou R., Cioffi P. A PV Residential Micro-inverter with Grid-support Function: Design, Implementation and Field Testing // IEEE Transaction on Industry Application. September 2017. Vol. PP. № 99. P. 1–1.
4. Meneses D., Blaabjerg F., Garcia O., Cobos J. A. Review and Comparison of Step-Up Transformerless Topologies for Photovoltaic AC-Module Application // IEEE Transaction on Power Electronics. November 2012. Vol. 28. № 6. P. 2649–2663.
5. Zhang N. A review of topologies of three-port DC-DC converters for the integration of renewable energy and energy storage system // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2016. Vol. 56. P. 388–401.

УДК 62-97/-98

## ПЕРСПЕКТИВЫ СТАНЦИЙ НА УЛЬТРАСВЕРХКРИТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРАХ

## PERSPECTIVES OF ULTRA-SUPERCRITICAL POWER PLANT

Бабенко И. А., Шульман В. Л.

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,  
ivan10a@bk.ru

**Аннотация:** В статье дан краткий обзор современной ситуации в энергетике. Также рассмотрены перспективы и преимущества работы блоков на суперсверхкритических и ультрасверхкритических параметрах.

**Abstract:** This article presents a short review at the today situation in the energy engineering. The prospects and advantages of unit operating on supercritical and ultra-supercritical parameters are considered.

**Ключевые слова:** *ультрасверхкритические параметры, угольная энергетика.*

**Key words:** *ultra-supercritical parameters, coal energy engineering.*

Значительная часть электроэнергии, как в РФ, так и в большинстве других стран производится на электростанциях, сжигающих органическое топливо (в частности, уголь).

Для повышения эффективности использования угля в мировой энергетике разработаны и реализуются технологии: ПГУ с кипящим слоем под давлением, ПГУ с внутрицикловой газификацией и повышение параметров пара (сверхкритические, суперсверхкритические и ультрасверхкритические параметры пара) [1].

В течение длительного времени очевидным и изученным способом увеличения эффективности преобразования энергии паровой турбиной является повышение давления и температуры перегретого пара и температуры пара промежуточного перегрева. Двигаясь в этом направлении, были созданы энергоблоки на суперсверхкритических и ультрасверхкритических параметрах.

В наше время на смену СКП приходит технология УСКП (ультрасверхкритических параметров). Это энергоблоки с давлением выше 30 МПа при температуре более 700 °С [1].

Можно выделить главные преимущества перехода к СКП и дальнейшему увеличению давления и температуры острого пара:

- Уменьшение затрат на топливо за счёт увеличения энергетической эффективности.
- Сокращение выбросов загрязняющих веществ. Увеличение КПД на один процент снижает выбросы  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$  и твёрдых частиц примерно на 2 %.

Можно отметить, что основным преимуществом повышения параметров острого пара и пара промперегрева (особенно сильно влияет температура) является увеличение КПД термического цикла.

КПД СКП энергоблоков с параметрами 24,7 МПа/565/593 °С составляет 40–41 % (соответствующий этому удельный расход топлива равен 310–300 г у. т./кВт·ч), что на 2–3 % выше, чем КПД, равный 38 % (325 г у. т./кВт·ч), для установок с докритическими параметрами пара (16,7 МПа/537/537 °С).

В свою очередь КПД блоков на суперсверхкритические параметры (28 МПа/593/593 °С) равен 43–46 % (или 285–270 г у. т./кВт·ч) на 3–4 % выше, чем КПД СКП блоков. При этом передовые энергоблоки на ультра сверх критических параметрах пара достигли КПД 47–49 % (260–250 г у.т./кВт·ч) [3, 4].

Несмотря на все вышеперечисленные преимущества нельзя не упомянуть о проблемах, возникающих при реализации данных технологий. Для дальнейшего повышения параметров и соответственно КПД цикла необходимо разрабатывать новые жаростойкие материалы. После разработки появляется необходимость создания этих материалов в промышленных масштабах, то есть создание технологии промышленного производства совершенно новых типов материалов. Всё это приводит к увеличению капитальных затрат на строительство станции. И необходимости привлекать дополнительные инвестиции.

Следует заметить, что в мировой практике уже есть в необходимом количестве материалы для строительства станций на температуру острого пара 600 °С и давление 30 МПа. Работа данных

станций также изучена и отлажена, имеется опыт длительной эксплуатации данных станций [4].

В будущем угольной энергетики России технология УСКП должна прочно закрепиться. Это позволит обеспечить нашей стране конкурентоспособность на мировом рынке электроэнергии. И позволит угольным станциям не отставать по экономичности от других источников выработки электроэнергии.

#### Список использованных источников

1. Сверхкритические и суперсверхкритические параметры в электроэнергетике: интервью Rana Bose журналу Velan View // Арматуростроение. 2012. № 4. С. 36–41 [Электронный ресурс]. URL: [http://www.valve-industry.ru/pdf\\_site/79/79\\_Rana\\_Bose.pdf](http://www.valve-industry.ru/pdf_site/79/79_Rana_Bose.pdf) (дата обращения 22.11.2017).
2. Экологически чистая тепловая энергетика высокой эффективности [Электронный ресурс]. URL: [http://tp-rusenergy.ru/technology/coal\\_blocks\\_with\\_supercritical\\_steam\\_parameters/](http://tp-rusenergy.ru/technology/coal_blocks_with_supercritical_steam_parameters/) (дата обращения 22.11.2017).
3. Power engineering international [Электронный ресурс]. URL: <http://www.powerengineeringint.com/articles/print/volume-25/issue-3/features/critical-thinking.html> (дата обращения 22.11.2017)
4. Corner Stone [Электронный ресурс]. URL: <http://cornerstonemag.net/setting-the-benchmark-the-worlds-most-efficient-coal-fired-power-plants/> (дата обращения 22.11.2017).

УДК 621.175.845

## **К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ КОНДЕНСАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

## **TO THE QUESTION OF EFFICIENCY IMPROVEMENT OF THE NUCLEAR POWER PLANT CONDENSING UNIT WORK**

Балалаев А. В., Горбунов В. А.

Ивановский государственный энергетический университет,  
г. Иваново, [npp@aes.ispu.ru](mailto:npp@aes.ispu.ru)